Andesin vom Hohenstein im Kremstal (Niederösterreich)

Von

Oskar Grosspietsch in Prag

(Vorgelegt in der Sitzung am 7. November 1918)

Die folgenden Untersuchungen wurden unternommen, um die Lücke auszufüllen, welche in der Plagioklasreihe zwischen Oligoklas und Labrador besteht. Während für diese beiden Glieder gute Untersuchungen vorhanden sind, die für analysierte Proben das spezifische Gewicht und die optische Orientierung angeben, hat man für Andesin zumeist nur Interpolationen zur Verfügung.

Der im nachstehenden beschriebene Andesin kommt als Gesteinsgemengteil mit viel Biotit und wenig Quarz in Pegmatitgängen im Amphibolit vor und bildet schlecht ausgebildete Krystalle und Krystallaggregate von sehr verschiedener Größe. Die Formen sind nur undeutlich zu erkennen, doch sieht man auch mit freiem Auge die feine Zwillingslamellierung auf der Fläche 001.[1]

Der vorliegende Plagioklas ließ sich schon makroskopisch als nicht ganz gleichartig zusammengesetzt erkennen. Basische Farbstoffe, wie Methylenblau und Malachitgrün, werden, besonders bei Zusatz einer schwachen Säure, nicht gleichmäßig

[1] Das Vorkommen ist von F. Reinhold in der Arbeit: »Pegmatit- und Aplit-Adern aus den Liegendschiefern des Gföhler Zentralgneises im niederösterreichischen Waldviertel«; Min.-Petr. Mitt., Bd. 29, 1910, p. 111 bis 114, unter Nr. 39 beschrieben, die mir vorliegenden Stufen sind von ihm an Ort und Stelle gesammelt und mir von Hofrat F. Becke übergeben worden. Der Rest des Materials wird im mineralog.-petrograph. Institut der Universität Wien aufbewahrt.

adsorbiert, sondern hinterlassen auch nach längerem Auswaschen stärker angefärbte Streifen, deren Lage den Albitlamellen entspricht. Saure Farbstoffe, wie Pikrinsäure und Ponceaurot, werden fast gar nicht aufgenommen.

Die chemische Untersuchung ergab folgende Zusammensetzung:

SiO_2	59·98%
Al_2O_3	24·67
Fe_2O_3	0·54
CaO	7·26
MgO	Spur
Na_2O	7·36
Glühverlust . . .	0·09
	99·90%

Bezeichnet man nach Tschermak die Molekularprozente von SiO_2, Al_2O_3, CaO und Na_2O mit p, q, r und s, so müssen folgende Gleichungen gelten:

$$p = 50+2s,$$
$$q = r+s,$$
$$r+2s = 25.$$

Die sich für die einzelnen Gleichungen ergebenden Differenzen sind:

$$\Delta_1 = +0\cdot 99, \quad \Delta_2 = -0\cdot 45, \quad \Delta_3 = -0\cdot 27.$$

Der oben angegebenen Analyse entspricht der Plagioklas $Ab_{65}An_{35}$ am besten. Seine theoretische Zusammensetzung ist:

SiO_2	59·88%
Al_2O_3	25·42
CaO	7·04
Na_2O	7·66
	100·00%

Die Analyse deutet darauf hin, daß der vorliegende Plagioklas aus normalem Albit und Anorthit besteht. Nichts deutet auf Beimischung der hypothetischen Carnegieit-Ver-

bindung, die in einem quarzhaltigen Pegmatit auch nicht zu erwarten ist.

Das mit dem Pyknometer bestimmte spezifische Gewicht beträgt 2·667. An durchsichtigen, sehr reinen Splittern bestimmte Dr. M. Goldschlag durch Schweben in Methylenjodid 2·673 (5); das Mittel beider Zahlen stimmt sehr nahe mit der Rechnung nach den Zahlen Tschermak's (2·671).

Zur krystallographischen Messung war das Material nicht geeignet, da abgesehen von der nicht ganz parallelen Verwachsung der Individuen die Reflexe aller Flächen schlecht sind. Zur Berechnung der Schlifflagen dienten die von G. v. Rath angegebenen Elemente.

Im Dünnschliffe sieht man vorwiegende Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz, seltener findet man eingeschaltete Periklinlamellen. Die diesem Andesin eigentümliche schlechte Spaltbarkeit ist unter dem Mikroskop an den kurzen und nicht gleichgerichteten Spaltrissen nach (001) erkennbar, welche daher zur Orientierung wenig geeignet sind. Deshalb bleibt auch die Bestimmung der Auslöschungsschiefe unsicher.

Die Messung der optischen Achsen wurde in der Weise vorgenommen, daß ihre Lage in bezug auf die zwar meist gut einstellbaren, aber nicht immer parallelen Zwillingsgrenzen festgestellt wurde. In den folgenden Tabellen bedeuten δ_1 die Zentraldistanz der Achse in der zur Zwillingsgrenze normalen, δ_2 in der zu ihr parallelen Richtung; die Vorzeichen gelten in analytischem Sinn. Bei Schliffen, welche die Zwillingsgrenze nicht scharf genug zeigten, hat sich das Einschalten des Quarzkeiles als recht brauchbar erwiesen; man erhält bei bestimmter Dicke des Keiles für benachbarte Lamellen kontrastierende Farben, wie Rot und Grün, und kann selbst dann, wenn die Lamellen kaum mehr sichtbar sind, durch Verschieben des Keiles ihre Richtung mit ziemlicher Genauigkeit feststellen. Die Messung der Winkel zwischen der Zwillingsgrenze, den Spaltrissen nach (001) und den Einschlüssen *//c* schützt vor sehr leicht möglichen Orientierungsfehlern und ist eine gute Kontrolle für die Lage des Schliffes, die jedoch nicht unbedingt sicher ist, da die beiden letzteren — offenbar infolge von

Druckwirkungen — häufig stark gekrümmt erscheinen. Die Ergebnisse der Achsenmessung sind in den Tabellen 1 und 2 enthalten. Zu diesen Tabellen möchte ich bemerken, daß die angegebene Größenordnung »Minuten« keineswegs der bei solchen Messungen erreichbaren Genauigkeit entspricht. Sie wurde nur aus rechnerischen Gründen gewählt.

Die zur Messung verwendeten Präparate zeigten nur an wenigen Stellen ein meßbares Achsenbild und die ersten, an einer größeren Reihe von Schliffen gewonnenen Resultate waren ganz unbrauchbar. Die Positionsmessungen der Achse *A*, die eine geringere Beweglichkeit hat, ergaben allerdings einen von der erwarteten Lage nicht sehr abweichenden Mittelwert, dagegen zeigte die Achse *B*, die unverhältnismäßig rascher als *A* wandert, Differenzen, die weit über die möglichen Messungsfehler hinausgehen. Erst das systematische Durchmessen aller sichtbaren Achsenbilder jedes einzelnen Schliffes hat gezeigt, daß der vorliegende Plagioklas inhomogene Mischkrystalle bildet, deren mittlere Zusammensetzung allerdings einem Andesin $Ab_{65}An_{35}$ entspricht, die jedoch in ihren einzelnen Teilen bald dem Oligoklas, bald dem Labradorit näherstehen. Diese Erscheinung ist in krystallinen Schiefern häufig beobachtet worden.

Ein sehr typisches Beispiel hierfür bietet der Schliff Nr. 12 (siehe Tabelle 2), an welchem sämtliche Achsenbilder gemessen wurden. Trägt man die an diesem Schliff gefundenen Werte in die Becke'sche Projektion ein, so findet man, daß sich die Größe ρ nur sehr wenig ändert; im Gegensatze hierzu sind die Differenzen bei φ sehr groß und die extremsten Werte weisen auf einen Anorthitgehalt von 32 %, beziehungsweise 38 % hin.[1] Dabei ist im Wechsel der Achsenorte nach keiner Richtung eine Gesetzmäßigkeit zu erkennen, etwa in der Art, daß der Krystall von innen nach außen anorthitreicher würde, sondern die Verschiebung der Achse erfolgt sprungweise.

[1] φ und ρ sind hier und in der Tabelle im Sinne von Goldschmidt angewendet; $90-\varphi$ bei Achse *B*, beziehentlich $270-\varphi$ bei Achse *A* entspricht dem Winkel λ bei Becke, $90-\rho$ ist gleich φ bei Becke.

Tabelle 1. Achse *A*.

Schliff Nr.	Position des Schliffes		Zentraldistanz der Achse		Position der Achse	
	φ	ρ	δ_1	δ_2	φ	ρ
1	201° 57'	43° 10'	5° 52'	−5° 55'	194° 08'	49° 18'
1	201 57	43 10	5 16	−6 20	193 31	48 26
2	202. 25	43 18	5 41	−5 25	195 14	49 02
2	202 25	43 18	5 20	−5 26	195 12	48 52
2	202 25	43 18	4 40	−8 28	191 05	48 32
4	206 30	42 20	4 24	−7 55	195 41	46 44
6	198 43	43 40	3 40	−2 52	194 49	47 24
				Mittel. . . .	194° 14'	48° 20'

Tabelle 2. Achse *B*.

Schliff Nr.	Position des Schliffes		Zentraldistanz der Achse		Position der Achse	
	φ	ρ	δ_1	δ_2	φ	ρ
12			0° 00'	1° 25'	44° 38'	50° 31'
12			−0 57	4 58	49 19	49 44
12			0 00	0 35	43 33	50 30
12			−0 25	2 11	45 39	50 07
12			−0 47	1 43	44 07	49 44
12			0 00	1 03	44 08	50 30
12	42° 48'	50° 30'	0 00	8 37	53 55	51 02
12			−0 19	6 20	50 57	50 28
12			−0 37	4 33	48 44	50 02
12			0 00	5 13	49 33	50 42
12			0 00	4 11	48 13	50 37
12			0 00	2 32	46 05	50 33
12			0 00	5 17	49 38	50 42
12			0 00	4 39	48 49	50 39
13	54° 36'	46° 49'	2 46	−3 12	49 18	49 39
13	54 36	46 49	2 39	−6 05	46 37	49 45
				Mittel[1]. . . .	47° 42'	50° 20'

[1] Es ist bemerkenswert, daß sowohl dieses Mittel als auch die gefundenen einzelnen Achsenörter innerhalb der Versuchsfehler der Bahn der Achse *B* recht genau entsprechen, die von F. Becke in der Projektion in Min.-Petr. Mitt., Bd. 25. Taf. I, 1906 (Tschermak-Heft) gezeichnet wurde.

Trotzdem müssen sich die Mittelwerte der chemischen sowie der optischen Untersuchungen innerhalb der Versuchsfehler dem Mischungsgesetze anpassen. Tatsächlich ist dies, soweit man bei der Beschaffenheit des Materials die gewonnenen Resultate als verläßlich ansehen kann, durchaus der Fall.

In der von F. Becke eingeführten Bezeichnungsweise ergeben sich für die Achsenlagen folgende Werte:

	A	B
λ	75·8°	42·3°
φ	41·7	39·7

$$2\,V\gamma = 93 \cdot 2°$$

Die Messung der Auslöschungsschiefe zeigte, daß auf der Fläche $P = 001$ nur eine geringe Abweichung von der Zwillingsgrenze zu bemerken ist; auf $M = 010$ findet man Werte von $-2°$ bis $-5°$, doch mag hier auch die Unebenheit der Spaltblättchen an den Schwankungen Schuld tragen. Auffallend große Schwankungen ergaben Schliffe nach $a = [100]$; dies ist um so überraschender, als gerade in dieser Gegend die Auslöschungsschiefe von kleinen Orientierungsfehlern wenig beeinflußt wird. Allerdings war es wegen der Ungunst des Materials nicht möglich, einen wirklich genauen Schliff herzustellen, da die Reflexe der Flächen M und P im Goniometer stets vervielfacht erschienen. Die Einzelmessungen der Auslöschungsschiefe auf a waren:

Lamelle 1	Lamelle 1'
20·0°	17·4°
17·3	18·5
18·8	17·4
16·8	14·6
16·9	18·6

Die Bildung eines Mittelwertes ist bei so großen Differenzen nicht berechtigt, weshalb in der folgenden Zusammenstellung nur die Grenzwerte mit den aus den Achsenpositionen errechneten Größen verglichen sind:

		beobachtet	aus der Achsenlage berechnet
Auslöschungsschiefe auf	P...	ungefähr 0°	− 0·5°
	M..	—2° bis −5°	− 4·5
	a...	15·7° bis 18·7°	+18·5

Bei der ungleichen Zusammensetzung einzelner Teile des vorliegenden Andesins waren Schwankungen der Auslöschungsschiefe zu erwarten. Dieselben sollen sich innerhalb jener Grenzen bewegen, welche durch die extremsten Stellungen der Achse B festgesetzt sind. Man findet aus Becke's stereographischer Darstellung der Achsenorte durch Interpolation, daß der Anorthitgehalt des Andesins vom Hohenstein sich zwischen 32 und 38% halten sollte. Diese Grenzwerte verlangen nach dem Diagramm von Becke folgende Auslöschungsschiefen:

P........	—0·5°	bis	−1·5°
M........	—2	»	−6
a........	18	»	23

Man sieht, daß bei den Flächen P und M die Übereinstimmung eine befriedigende ist, daß aber die auf a beobachteten Werte gegenüber der Tabelle von Becke merklich niedriger sind, daß also diese Tabelle entsprechend zu verbessern wäre. Herr Dr. F. Reinhold bestimmte a. a. O., p. 112, die Auslösungsschiefe in Schnitten $\perp a$ zu 19° in recht guter Übereinstimmung mit meiner Beobachtung. Er schloß daraus nach der Tabelle Becke's auf einen An-Gehalt von 33%, während die Analyse jetzt 35% ergab. Dies zeigt, in welchem Sinn und in welchem Ausmaß diese Verbesserung vorzunehmen sein wird.

Schliffe nach [100] haben beim Andesin auch in anderer Hinsicht eine Bedeutung, da in jeder so geschnittenen Lamelle die Mittellinie α austritt und im Konoskop die Bilder derselben symmetrisch zur Zwillingsgrenze liegen müssen. Bei einem Anorthitgehalt von 32% beträgt nach Becke's Tabellen die Entfernung der Mittellinie von a ungefähr $1^1/_2$°, bei 38% schon $6^1/_2$°, und zwar wandert α mit zunehmendem An-Gehalt von a gegen P und entfernt sich gleichzeitig von der Medianebene.

Versuche, die Lage der Mittellinie α in solchen Schliffen mit dem Zeichentisch zu bestimmen, führten zu keinem Resultat, da durch die äußerst feine Lamellierung der Krystalle die Beobachtung gestört oder ganz verhindert wird.[1]

Da mir zur Bestimmung der Brechungsquotienten hier kein genügend genaues Instrument zur Verfügung stand, hat sich Herr Dr. M. Goldschlag in Wien in liebenswürdiger Weise dieser mühsamen Arbeit unterzogen, wofür ich ihm vielen Dank schulde. Zur Untersuchung waren vier Präparate vorhanden, die alle ungefähr parallel 010 geschnitten waren; eines derselben mußte als minder geeignet ausgeschieden werden, während zwei andere Platten, von denen eine doppelseitig geschliffen war, ziemlich gut sichtbare Grenzkurven zeigten; die besten Werte ergab eine durchsichtige Platte III. Bei der Messung mit dem Abbe-Pulfrich'schen Refraktometer erhielt Herr Dr. Goldschlag folgende Werte, welche für die Wellenlänge des Na-Lichtes gelten.

	Winkel der Totalreflexion	Brechungsquotient	
Platte I ...	54° 47′ 54″	$\alpha = 1 \cdot 5452$	
	54 59 18	$\beta = 1 \cdot 5489$	$\gamma - \alpha = 0 \cdot 0075$
	55 11 42	$\gamma = 1 \cdot 5527$	
Platte II*a*..	54° 43′ 18″	$\alpha = 1 \cdot 5438$	
	54 54 54	$\beta = 1 \cdot 5474$	$\gamma - \alpha = 0 \cdot 0077$
	55 7 54	$\gamma = 1 \cdot 5515$	
Platte II*b*..	54° 49′ 6″	$\alpha = 1 \cdot 5456$	
	54 59 42	$\beta = 1 \cdot 5489$	$\gamma - \alpha = 0 \cdot 0073$
	55 12 18	$\gamma = 1 \cdot 5529$	
Platte III ..	54 44 45	$\alpha = 1 \cdot 5442$	
	55 1 29	$\beta = 1 \cdot 5495$	$\gamma - \alpha = 0 \cdot 0092$
	55 13 54	$\gamma = 1 \cdot 5534$	

[1] An Dünnschliffen des Pegmatits, die noch von der Arbeit Reinhold's herrühren, konnte eine kleine Abweichung der Mittellinie α in den Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz mittels des Zeichentisches konstatiert werden. Winkel $\alpha\alpha'$ überstieg nicht 3°. Die gefundene Achsenposition würde 3° verlangen. Als Winkel der Achsenebenen 11′ ergab sich aus derselben Beobachtung 36 bis 38°. Die Achsenposition verlangt 36°. Das Diagramm in den Denkschriften der Wiener Akademie, Bd. 75, p. 116, Fig. 5, würde 43° verlangen. Auch hier sind nun am Diagramm Verbesserungen anzubringen.

Da den Messungen der Platten I und III das doppelte Gewicht beizulegen ist, so ergeben sich für die Brechungsquotienten folgende Werte:

$$\alpha = 1 \cdot 5447$$
$$\beta = 1 \cdot 5489 \qquad \gamma - \alpha = 0 \cdot 0081$$
$$\gamma = 1 \cdot 5528$$

Alle drei Brechungsquotienten sind niedriger als man es nach den bisher bekannten Daten anzunehmen geneigt war. Nach dem Becke'schen Diagramm müßten

$$\alpha = 1 \cdot 547, \quad \beta = 1 \cdot 551, \quad \gamma = 1 \cdot 554$$

sein. Auffallend ist es jedoch, daß die von M. Goldschlag beobachteten Werte fast genau jenen entsprechen, welche die Mallard'sche Formel verlangt.

Aus den Brechungsquotienten wurde der Achsenwinkel $2\,V\gamma$ mit 92° 24′ gefunden, während der aus den Achsenpositionen abgeleitete 93·2° beträgt.

Aus den vorliegenden Resultaten geht hervor, daß auch dieser Plagioklas sich gut in die Tschermak'sche Mischungsreihe einfügt und daß nur in den Brechungsquotienten eine noch nicht erklärte Abweichung vorhanden ist.

Ich schließe nicht, ohne meinem verehrten Lehrer, Herrn Hofrat Dr. F. Becke in Wien, für die überaus gütige Förderung dieser Arbeit herzlichst zu danken.